

不同地理种群东方墨头鱼 (*Garra orientalis*) 的形态分化

杨熙, 周伟*, 李旭*, 李奇生

西南林业大学, 云南省森林灾害预警与控制重点实验室, 云南 昆明 650224

摘要: 为确认分布于闽江、珠江、红河水系和海南岛的东方墨头鱼居群间存在的形态差异是否达到亚种或种的水平, 该文将采自上述4个水系共72尾标本根据水系分为四组, 比较10个外部形态特征, 并运用多变量形态度量学方法, 对13个框架结构特征和23个常规特征进行分析。主成分分析结果散点图显示, 海南岛居群相对集中, 但仍未能与其他3个水系居群完全区分, 而其他3个水系居群则完全混杂在一起。该研究结果表明, 形态特征比较和形态度量学分析难以区分东方墨头鱼的不同地理居群, 其种或种下分化研究需借助于分子生物学方法。

关键词: 东方墨头鱼; 主成分分析; 形态度量学

中图分类号: Q959.46⁺⁸ 文献标志码: A 文章编号: 0254-5853-(2013)05-0471-04

Morphological differentiation of *Garra orientalis* (Cyprinidae) among different geographical populations

Xi YANG, Wei ZHOU*, Xu LI*, Qi-Sheng LI

Southwest Forestry University, Key Laboratory of Forest Disaster Warning and Control in Yunnan Province, Kunming 650224, China

Abstract: Morphological differences were found among specimens of *Garra orientalis* from Minjiang River, Pearl River, Red River and Hainan Island. To confirm whether the morphological differences among these geographical populations had reached the level of subspecies or species, seventy-two specimens of *Garra orientalis* were divided into four groups according to the four drainage areas stated above. Ten external morphological characteristics were observed. Thirteen frame characteristics and twenty-three general characteristics were measured and analyzed for multivariate morphometrics. In scatter plots of principal components, the specimens from Hainan Island were relatively concentrated on the scatter plots, but were not completely separated from the other three drainages. The samples from the other three drainages were completely mixed together. These results indicated that the specimens from the different drainages could not be distinguished by morphological comparison and morphometric analysis. Species or subspecies level differentiation of *Garra orientalis* among geographical populations could instead be studied by molecular biological methods in the future.

Keywords: *Garra orientalis*; Principal component analysis; Methods of multivariate morphometrics

东方墨头鱼 (*Garra orientalis* Nichols, 1925) 隶属鲤形目 (Cypriniformes) 鲤科 (Cyprinidae) 野鲮亚科 (Labeoninae), 最早记录于福建南平闽江水系。Wu et al (1977) 提出东方墨头鱼分布于闽江、珠江、红河和海南岛等地区; Chu & Cui (1987, 1989) 增加了该种在怒江和伊洛瓦底江的分布记录; Zhang (2005) 指出, 怒江分布的东方墨头鱼应为萨尔温江墨头鱼 (*G. salweenica* Hora & Mukerji), 而伊洛瓦底江分布的则应为萨尔温江墨头鱼和新

种双棘墨头鱼 (*G. bispinosa* Zhang), 且澜沧江也分布有东方墨头鱼。然而, 由于以往的多项研究中均未提及澜沧江中分布有东方墨头鱼, 而多年来, 我们也未在澜沧江中采集得到东方墨头鱼, 因此, 该结论有待进一步考证。目前, 东方墨头鱼似仅知分布于闽江、珠江、红河水系和海南岛等地区。

不同产地标本的形态存在一定差异, 而导致该差异的可能原因有二。其一, 差异代表不同的分类单元, 且由于曾经将伊洛瓦底江和怒江中具额突的

收稿日期: 2013-01-25; 接受日期: 2013-05-01

基金项目: 国家自然科学基金 (NSFC31160419); 云南省重点学科野生动植物保护与利用项目 (XKZ200904)

*通信作者 (Corresponding authors), E-mail: weizhouyn@163.com

第一作者简介: 杨熙 (1985-), 女, 硕士研究生, 主要从事鱼类分类和进化研究

种类误鉴定为东方墨头鱼，故不排除这些水系中仍隐藏有非东方墨头鱼的可能性。其二，不同水系生态环境间存在的不同程度的差异导致了东方墨头鱼种内的形态差异。为确定导致上述产地东方墨头鱼形态差异的原因，我们比较分析了不同水系不同地理居群间的形态差异，并探讨分化产生的原因。

1 材料与方法

本研究用标本分别采自闽江、珠江、红河水系和海南岛的 12 个采集点，共计 72 尾，所有标本均保存于西南林业大学动物学标本室 (SWFC) (表 1)。由于各采集点的标本量较少，故根据水系将来自同一水系不同采集点的标本合并为同一组，以便形态比较观察及识别主成分分析散点图中的不同水系。

根据不同水系比较所有标本的常规外部形态，确定形态度量所需的解剖学坐标点，并据此进行常规特征和框架结构特征测量。确定形态度量解剖学坐标点 (图 1) 后，以鱼体左侧为基准，测量 23 个

常规特征和 13 个框架结构特征，所有特征均采用电子数显卡尺测量坐标点间的直线距离，精确度为 0.1 mm (Li et al, 2008; Min et al, 2009; Yang et al, 2011)。

形态特征测量值经对数 (\log_{10}) 转换后进一步分析，以消除异速生长对分析结果的影响 (Li et al, 2008; Yang et al, 2011)。主成分分析 (principal component analysis) 在 SPSS13.0 for Windows 上完成，使用因子分析 (factor analysis) 中的默认设置对数据进行标准化变换，选择协方差矩阵 (covariance matrix) 和正交旋转法 (varimax) 协助因子分析。随后，将各个主成分得分值 (scores) 制成散点图。

2 结果

2.1 形态差异比较

四个水系的东方墨头鱼外部形态仅存在细微差别，无过硬的区分指标 (表 2)。

表 1 标本采集信息

Table 1 Information on the examined specimens

组号 Group	水系 Drainage	采集点 Sampling localities	标本量 Number	组号 Group	水系 Drainage	采集点 Sampling localities	标本量 Number
1	闽江	福建上杭	5	3	珠江	广西都安	9
		福建南平	2			贞丰北盘江	3
		金平金水河	3			天峨龙滩电站	1
2	红河	个旧冷墩	4	4	海南岛	剥隘	2
		文山船头	1			海南白沙牙叉	35
		江城牛洛河	1			海南白沙细水乡	6
合计 Total				72			

表 2 不同水系东方墨头鱼形态比较

Table 2 Morphological comparisons for *Garra orientalis* from different rivers

特征 Character	红河 Red River	珠江 Pearl River	闽江 Minjiang River	海南岛 Hainan Island
吻部形状 Shape of snout	圆钝	圆钝	圆钝	圆钝
侧线鳞 Lateral line scales	32~34	32	32	32~34
背鳍分枝鳍条 Dorsal-fin branched rays	8	8	8	8
臀鳍分枝鳍条 Anal-fin branched rays	5	5	5	5
腹鳍分枝鳍条 Pelvic-fin branched rays	8	8	8	8
尾鳍分枝鳍条 Caudal-fin branched rays	17	17	17	17
额突 Forehead proboscis	额突 3 叉	额突 3 叉	额突 3 叉	额突 3 叉
珠星 Tubercles	吻端、额突、额突两侧均有分布	吻端、额突、额突两侧均有分布	吻端、额突、额突两侧均有分布	吻端、额突、额突两侧均有分布
皮质条与中央肉质垫之间形态 Shape between fleshy fold of skin and central callous pad	皮质条与中央肉质垫之间以浅沟相隔	皮质条与中央肉质垫之间以浅沟相隔	皮质条与中央肉质垫之间以浅沟相隔	皮质条与中央肉质垫之间以浅沟相隔
腹鳍长度 Pelvic-fin length	腹鳍末端明显超过肛门	腹鳍末端仅达肛门或略过	腹鳍末端仅达肛门或略过	腹鳍末端仅达肛门或略过

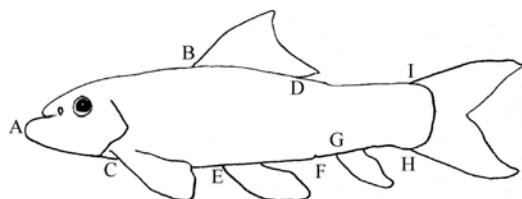


图 1 墨头鱼框架特征图

Figure 1 Frame character of *Garra orientalis*

A: 吻端; B: 背鳍起点; C: 胸鳍起点; D: 背鳍基部末端; E: 腹鳍起点; F: 肛门; G: 臀鳍起点; H: 尾鳍基下缘; I: 尾鳍基上缘。
A: snout tip; B: dorsal-fin origin; C: pectoral-fin origin; D: insertion of dorsal-fin base; E: pelvic-fin origin; F: anus; G: anal-fin origin; H: lower margin of caudal-fin; I: upper margin of caudal-fin.

2.2 主成分分析

鉴于分布于四个水系的东方墨头鱼形态缺少过硬的区分指标, 遂对其作多变量形态度量学分析, 结果表明, 前三个主成分 (PC1, PC2 及 PC3) 的贡献率分别为 28.36%、24.28% 和 18.18%, 累积贡献率为 70.82% (表 3)。PC1 存在 3 个负荷值 > 0.7 的因子, PC2 存在一个, PC3 无。海南岛标本在分值散点图中相对集中, 但仍未能与其他 3 个水系完全分开, 且其他 3 个水系标本在分值散点图上完全混杂在一起 (图 2)。

表 3 不同水系东方墨头鱼主成分分析

Table 3 Principal components analysis of *Garra orientalis* from different drainages

特征 Characteristics	主成分分析结果 Result of analysis		
	PC1	PC2	PC3
全长 Total length	0.573	0.469	0.388
体长 Standard length	0.615	0.482	0.365
体高 Body depth	0.637	0.408	0.459
头长 Head length	0.485	0.523	0.525
头高 Head depth	0.451	0.575	0.439
吻长 Snout length	0.465	0.487	0.603
头宽 Head width	0.425	0.627	0.420
眼径 Eye diameter	0.527	0.613	0.355
眼间距 Interorbital width	0.641	0.276	0.576
眼后头长 Head length after eyes	0.740	0.358	0.397
吸盘宽 Disc width	0.360	0.702	0.410
吸盘长 Disc length	0.448	0.699	0.301
胸鳍长 Pectoral-fin length	0.529	0.479	0.431
腹鳍长 Pelvic-fin length	0.541	0.535	0.357
背鳍基长 Dorsal-fin base length	0.433	0.561	0.442
尾柄长 Length of caudal-peduncle	0.772	0.326	0.284
尾柄高 Depth of caudal-peduncle	0.591	0.426	0.448
背鳍长 Dorsal-fin length	0.487	0.400	0.524
臀鳍长 Anal-fin length	0.486	0.469	0.427
尾鳍长 Caudal-fin length	0.336	0.436	0.415
额突长 Forehead proboscis length	0.611	0.421	0.471
额突宽 Forehead proboscis width	0.366	0.369	0.697
背鳍基长 Dorsal-fin base length	0.433	0.561	0.442
背鳍起点—臀鳍起点距 Distance from dorsal-fin origin to anal-fin origin	0.507	0.294	0.355
腹鳍起点—臀鳍起点距 Distance from pelvic-fin origin to anal-fin origin	0.489	0.524	0.323
背鳍起点—腹鳍起点距 Distance from dorsal-fin origin to pelvic-fin origin	0.634	0.473	0.404
背鳍基后—尾鳍基距 Distance from insertion of dorsal-fin base to caudal-fin base	0.755	0.353	0.215
腹鳍起点—肛门 Distance from pelvic-fin origin to anus	0.513	0.521	0.266
肛门—臀鳍起点 Distance from anus to anal-fin origin	0.254	0.366	0.240
吻—吸盘后缘距 Distance from snout tip to end of disc	0.443	0.564	0.547
吻—胸鳍起点距 Distance from snout tip to pectoral-fin origin	0.429	0.549	0.535
吻—背鳍起点距 Distance from snout tip to dorsal-fin origin	0.542	0.532	0.438
吻—腹鳍起点距 Distance from snout tip to pelvic-fin origin	0.510	0.548	0.413
吻—臀鳍起点距 Distance from snout tip to anal-fin origin	0.512	0.528	0.392
胸鳍起点—背鳍起点距 Distance from pectoral-fin origin to dorsal-fin origin	0.571	0.518	0.390
胸鳍起点—腹鳍起点距 Distance from pectoral-fin origin to pelvic-fin origin	0.506	0.550	0.326
贡献率 Variance (%)	28.360	24.281	18.179
累积贡献率 Cumulative (%)	28.360	52.641	70.820

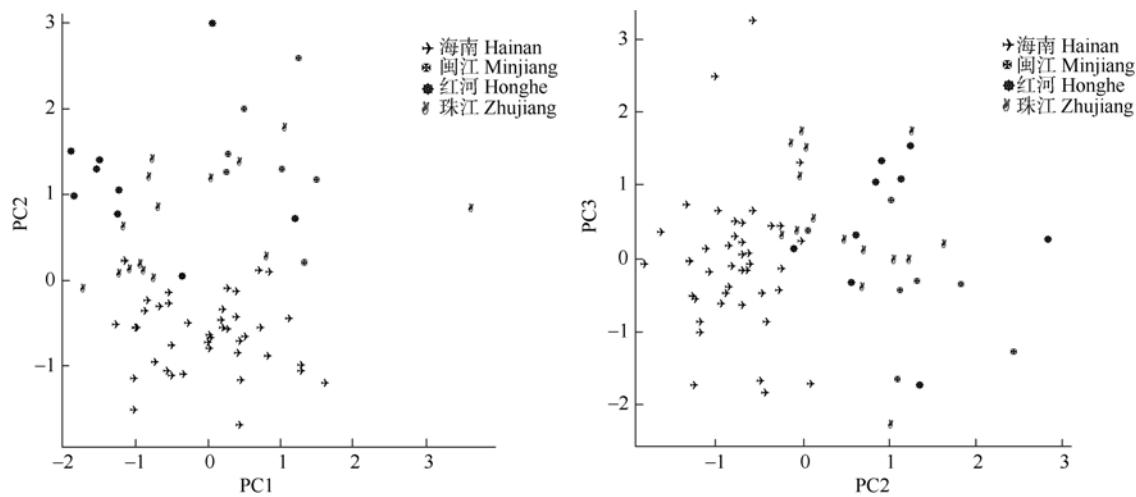


图2 不同水系东方墨头鱼主成分分析散点图

Figure 2 Scatter plots of *Garra orientalis* principal components from different drainages

3 讨 论

东方墨头鱼各水系居群间的形态特征分化不明显，不能用于确定不同居群的分化。主成分分析结果显示，东方墨头鱼尾柄长、眼后头长、吸盘宽以及背鳍和尾鳍的位置（负荷值 >0.7 ）等特征存在一定差异，表现为海南居群背鳍相对靠前，尾柄也相

对较长，而闽江居群吸盘相对较大。这些差异可能与生活环境、标本采集时间及采集地水流流速等相关，因此，更多地反映了其对栖息生境的适应性，而难以作为区分物种的鉴别特征。此外，本研究对四个水系东方墨头鱼肌肉和骨骼的比较亦无明显差异。因此，分布于四个水系的东方墨头鱼应为同一个种，且需于分子生物学水平探讨其各居群间是否存在分化。

参考文献：

- Chu XL, Cui GH. 1987. Taxonomic revision of Chinese Cyprinid fishes of the genus *Garra* Hamilton. *Acta Zootaxonomia Sinica*, **12** (1):93-100. [褚新洛, 崔桂华. 1987. 中国鲤科鱼类墨头鱼属分类的整理. 动物分类学报, **12** (1): 93-100.]
- Chu XL, Cui GH. 1989. Labeoninae. In: Chu, XL & Chen YR (eds), *The Fishes of Yunnan, China. Part I.* Science Press, Beijing, China, Pp. 229-286. [褚新洛, 崔桂华. 1989. 野鲮亚科. 褚新洛, 陈银瑞(主编), 云南鱼类志(上册). 北京: 科学出版社, 229-286.]
- Li X, Li FL, Liu K, Zhou W. 2008. A study on morphologic differentiation and taxonomic status of *Pseudecheneis* (Siluriformes: Sisoridae) from Irrawaddy and Salween drainages, China. *Zoological Research*, **29** (1):83-88. [李旭, 李凤莲, 刘恺, 周伟. 2008. 中国伊洛瓦底江和怒江褶𬶐属鱼类的形态差异及分类地位. 动物学研究, **29** (1): 83-88.]
- Min R, Ye L, Chen XY, Yang JX. 2009. Morphometrics analysis of *Sinocyclocheilus grahami* (Cypriniformes: Cyprinidae). *Zoological Research*, **30** (6):707-712. [闵锐, 叶莲, 陈小勇, 杨君兴. 2009. 滇池金线鲃形态度量学分析. 动物学研究, **30** (6): 707-712.]
- Nichols, JT. 1925. Some Chinese fresh-water fishes, 11. Certain apparently undescribed carps from Fukien. *American Museum Novitates*, (185): 1-7.
- Wu XW, Lin RD, Chen XL, He MJ. 1977. Barbinae. In: Wu XW (ed), *The Cyprinid Fishes of China, Volume II*. People's Press, Shanghai, 229-394. [伍文献, 林人端, 陈湘麟, 何名巨. 1977. 鲫亚科. 伍文献(主编), 中国鲤科鱼类志(下卷). 上海: 上海人民出版社, 229-394.]
- Yang Q, Zhou W, Yang LP, Lan JH. 2011. Morphologic differentiation analysis for rounded caudal fin group of *Oreonectes* (Balitoridae) from China. *Zoological Research*, **32** (3): 343-347. [杨琴, 周伟, 杨丽萍, 蓝家湖. 2011. 中国岭鳅属鱼类圆尾群的形态差异分析. 动物学研究, **32** (3): 343-347.]
- Zhang E. 2005. *Garra bispinosa*, a new species of cyprinid fish (Teleostei: Cypriniformes) from Yunnan, South China. *The Raffles Bulletin of Zoology*, **13** (supplement): 9-15.